

## **РАЗДЕЛ 5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННО- ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

Н. О. Азовская, В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич,  
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,  
Республика Беларусь*

### **ВКЛАД ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ДОЗОВУЮ НАГРУЗКУ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ**

The article considers the main factors influencing the formation of doses of internal irradiation of the population living in areas contaminated with radionuclides. Priority tasks for minimization and overcoming the consequences of the Chernobyl catastrophe are the implementation of a set of protective measures aimed at reducing the dose loads on the population and improving the system for carrying out these activities. It should be noted that, according to the forecasts of radioactive contamination of the territories of the of Belarus in 2046, there will be a decrease in surface contamination levels, but the contamination area of more than 37 kBq/m<sup>2</sup> will still be extensive – 829.3 thousand hectares.

Авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) заставила в корне пересмотреть взгляды на проблемы радиационной безопасности населения. Авария привела к увеличению числа людей, вовлеченных в сферу воздействия радиационных факторов на организм человека. В настоящее время в результате катастрофы радиоактивное загрязнение снизилось с 23 (в 1986 г.) до 16 % (2017 г.) лесных угодий Беларуси, в различной степени загрязнены 45 лесхозов [1]. Леса прочно удерживают выпавшие радионуклиды, препятствуют выносу их за пределы территорий. Загрязненный лесной фонд является источником радиационной опасности для населения (табл. 1).

После аварии на ЧАЭС долгосрочный прогноз радиоактивного загрязнения лесных пищевых продуктов, вносящих вклад в дозу внутреннего облучения населения, проживающего на этих территориях, является актуальной задачей [2].

В лесных экосистемах абсолютными концентраторами <sup>137</sup>Cs и одним из основных дозообразующих компонентов в трофической цепи являются грибы

[3] (особенно для критических групп населения: жителей загрязненных территорий, работников лесного хозяйства, охотников и членов их семей).

Таблица 1

Радиоактивное загрязнение территории лесного фонда Беларуси  $^{137}\text{Cs}$

| Наименование ПЛХО | Общая площадь лесного фонда | Площадь загрязнения цезием-137, тыс. га |                    |
|-------------------|-----------------------------|---|--------------------|
|                   |                             | на 01.01.2016 г.                        | прогноз на 2046 г. |
| Брестское         | 1282,8                      | 93,4                                    | 26,3               |
| Витебское         | 1634,3                      | 0,1                                     | 0                  |
| Гомельское        | 1818,2                      | 826,3                                   | 536,4              |
| Гродненское       | 909,6                       | 29,8                                    | 2,2                |
| Минское           | 1492,4                      | 31,7                                    | 8,3                |
| Могилевское       | 1212,8                      | 411,9                                   | 256,1              |
| Итого             | 8349,8                      | 1392,2                                  | 829,3              |

В настоящее время основной вклад в дозу внутреннего облучения вносят лесные пищевые продукты, главным образом, грибы, для жителей загрязненных районов [4].

Для долгосрочного прогноза поведения радионуклидов в лесных экосистемах необходимо знать динамику снижения активности лесных почв в зависимости от времени и других факторов, от которых может зависеть активность грибов. Основными параметрами, влияющими на накопление активности  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в грибы, являются:

- плотность поверхностного загрязнения почвы;
- физико-химические свойства почвы (содержание обменного калия, pH, концентрация обменного калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ), концентрация органического вещества (C), сумма обменных оснований (S), емкость катионного обмена (ЕКО), содержание физической глины и увлажненности почвы);
- видовая специфичность грибов [5].

В лесах Беларуси произрастает около 200 типов грибов, из которых 35 хорошо известны и используются в питании населения, наряду с грибами используются и лесные ягоды. Все исследователи грибы выделяют как самый загрязненный компонент лесного биогеоценоза, которому свойственно

поглощение цезия-137 интенсивнее по сравнению со стабильным Cs и K.

По степени загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  грибы условно разделяют на 4 группы:

– *аккумуляторы радиоцезия*: гриб польский, масленок осенний, моховики, свинушка тонкая, горькушка, колпак кольчатый. В плодовых телах этих грибов даже при загрязнении почв близких к фоновому значению (0,1–0,2 Ки/км<sup>2</sup>) содержание  $^{137}\text{Cs}$  может превышать допустимый уровень;

– *сильнонакапливающие*: груздь черный, сыроежки всех видов, зеленка, волнушка розовая, решетник, скрипица, ежовик пестрый, синяк. Собирать грибы этой группы допускается при плотности загрязнения почв до 1 Ки/км<sup>2</sup> (37 кБк/м<sup>2</sup>) с обязательным радиометрическим контролем;

– *средненакапливающие*: лисичка настоящая, подберезовик, гриб белый, подосиновик, рядовка серая, подзеленка, сморчок конический, сморчок настоящий, строчок обыкновенный;

– *слабонакапливающие*: опенок осенний, опенок луговой, шампиньон лесной, гриб зончатый, дождевики.

Для грибов установлены Республиканские допустимые уровни (РДУ) содержания  $^{137}\text{Cs}$  в свежих – 370 Бк/кг и 2500 Бк/кг – в сушеных [6].

Исследования проводились в лаборатории кафедры безопасности жизнедеятельности. Мощность эквивалентной дозы проверялась на приборе МКС-АТ6130, а активность грибов – на гамма-радиометре РКГ-АТ1320А (рис.).

Потребление грибов может быть оценено уровнями ожидаемых доз внутреннего облучения. Оценка эффективных доз внутреннего облучения обусловленного поступлением радионуклидов с грибами включает ряд параметров: удельную активность радионуклидов, массу потребленных продуктов, дозовые коэффициенты связывающие поступление радионуклидов в организм человека и эффективную дозу внутреннего облучения.



Рис. Гамма-радиометр РКГ-АТ1320А:

1 – блок детектирования; 2 – блок обработки информации с ЖКИ; 3 – блок защиты;  
4 – крышка блока защиты; 5 – ножки с опорами; 6 – измерительный сосуд

При хроническом потреблении загрязненных цезием-137 продуктов питания расчет ожидаемой дозы внутреннего облучения осуществляется по формуле:

$$H = k \cdot m \cdot A_s \cdot Q,$$

где  $k$  – дозовый коэффициент для пищевого пути поступления цезия-137 в организм человека, равный  $1,3 \cdot 10^{-5}$  мЗв/Бк;

$m$  – годовое потребление продукта питания, кг/год;

$A_s$  – поверхностная активность загрязнения почвы, Бк/м<sup>2</sup>;

$Q$  – коэффициент перехода цезия из почвы в грибы, принят равным 0,01 м<sup>2</sup>/кг.

Результаты расчетов возможных доз облучения при среднестатистическом потреблении населением 10 кг грибов в год, собранных на загрязненных территориях представлены в таблице 2. Из данных приведенных в таблице 2 видно, что доза внутреннего облучения населения за счет потребления грибов может составить 2 мЗв и более в год.

## Результаты оценки ожидаемых доз за счет потребления грибов

| Поверхностное загрязнение $^{137}\text{Cs}$ , Ки/км <sup>2</sup><br>(кБк/м <sup>2</sup> ) | Доза за счет потребления грибов, мЗв/год |
|---|--|
| 1–5 (37–185)  | 0,05–0,25                                |
| 5–15 (185–555)  | 0,25–0,75                                |
| 15–45 (555–1480)  | 0,75–2                                   |
| >40 (>1480)   | >2                                       |

Основные мероприятия по снижению дозовых нагрузок на человека: строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий труда, радиационный контроль сырья и готовой продукции, радиометрический контроль продуктов питания и питьевой воды, использование технологий снижающих активность пищевой продукции, использование для контроля радиационной нагрузки спектрометров излучения человека, применение энтеросорбентов для выведения радионуклидов из организма.

Проверить продукцию, выращенную (собранную) самостоятельно или купленную на рынках, можно в центрах гигиены и эпидемиологии, в лабораториях радиационного контроля лесхозов на загрязненных радионуклидами территориях, которые занимаются измерением содержания радионуклидов в лесной продукции. Также это можно сделать в лабораториях радиационного контроля Белкоопсоюза, размещенных на обслуживаемых рынках, в местных центрах радиационного контроля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Переволоцкий, А. Н. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в лесных биогеоценозах / А. Н. Переволоцкий. – Гомель : Институт радиологии. – 2006. – 255 с.
2. Ипатьев, В. А. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации/ В. А. Ипатьев, В. Ф. Багинский, И. М. Булавик. – Гомель : Институт леса. – 1999. – 454 с.
3. Цветнова, О. Б. Многолетняя динамика накопления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$

высшими грибами / О. Б. Цветнова, А. И. Щеглов, Н. Д. Кучма // Почвоведение: Вестник Московского Университета. – 2004. – Серия 17, № 3. – С. 43–48.

4. Шутов, В. Н. Динамика радиоактивного загрязнения природных пищевых продуктов после аварии на Чернобыльской АЭС / В. Н. Шутов [и др.] // ЗНиСО. – М.: ФЦГСЭН Минздрава России – 2003, № 4. – С. 9–12.

6. Переволоцкий, А. Н. Прогнозная оценка содержания  $^{137}\text{Cs}$  в лесных грибах и ягодах в зоне штатных выбросов Белорусской АЭС / А.Н. Переволоцкий, Т.В. Переволоцкая // Радиация и риск. – 2013, Т 22, № 2. – С. 61–66.

7. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99.